

Claims Description**Electrophoretic display and method for producing same**

Patent Number: ☐ US2002008898
Publication date: 2002-01-24
Inventor(s): KATASE MAKOTO (JP)
Applicant(s): SEIKO EPSON CORP (JP)
Requested Patent: ☐ JP2001343672
Application Number: US20010865573 20010529
Priority Number(s): JP20000160623 20000530
IPC Classification: G02F1/00; G02B26/00
EC Classification: G02F1/167
Equivalents: ☐ US6525865

Abstract

A method for producing an electrophoretic display panel is provided. In the first process, elements including TFTs are formed on an element substrate, thereby pixel electrodes being produced thereon. In the second process, a bulkhead is placed on the element substrate. In the third process, an ink jet type of dispersion charging apparatus is used to charge dispersion into divided cells partitioned by the bulkhead. In the fourth process, an upper opening of the bulkhead is sealed with a sealer. And in the fifth process, an opposing substrate on which a common electrode is formed is applied to the sealer in a manner that the common electrode faces the pixel electrodes

Data supplied from the esp@cenet database - I2

TOP

Claims

What is claimed is:

1. A method for producing an electrophoretic display, the method comprising:
providing a bulkhead on a substrate so as to partition a space on the substrate into a plurality of divided cells; and
ejecting dispersion containing electrophoretic particles toward an opening of the bulkhead as a droplet, to charge the divided cells with the dispersion.
2. A method for producing an electrophoretic display, the method comprising:
providing a bulkhead on a first substrate so as to partition a space on the substrate into a plurality of divided cells;
ejecting dispersion containing electrophoretic particles toward an opening of the bulkhead as a droplet, to charge the divided cells with the dispersion;
sealing the opening of the bulkhead with a sealer; and
applying a second substrate to the sealed first substrate.
3. An method of claim 2, further comprising processes of forming, on one of surfaces of the first substrate, a plurality of data lines, a plurality of scanning lines, a plurality of switching elements each placed according to each of intersections made between the scanning lines and the data lines, and a plurality of pixel electrodes each electrically connected with each switching element, the processes

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-343672
(P2001-343672A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/167		G 0 2 F 1/167	5 C 0 9 4
G 0 9 F 9/00	3 3 8	G 0 9 F 9/00	3 3 8 5 G 4 3 5
9/37		9/37	Z

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-160623 (P2000-160623)

(22) 出願日 平成12年 5 月30日 (2000. 5. 30)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 片瀬 誠

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外 1 名)

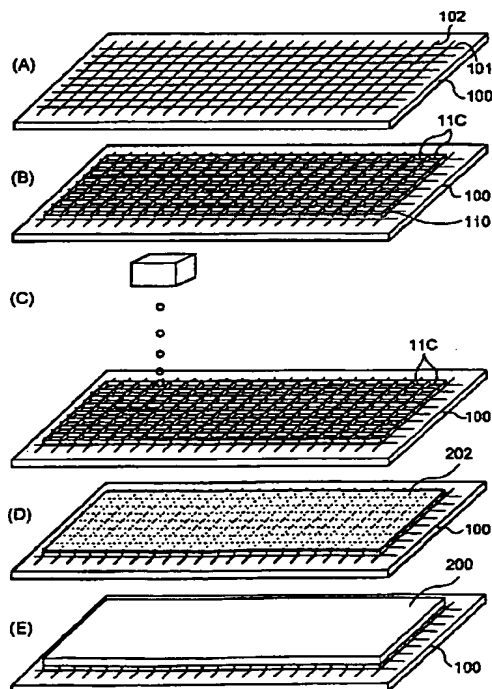
F ターム (参考) 5C094 AA43 AA44 BA09 BA75 BA76
BA92 CA19 EA04 EA05 EA07
5G435 AA17 BB11 BB18 CC09 CC12
EE09 KK05 KK09 KK10

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電気泳動表示パネルを製造する方法を提供する。

【解決手段】 第1工程では、素子基板100上にTFT103等を形成する。第2工程では、素子基板100の上に隔壁110を形成する。第3行程では、インクジェット方式の分散系充填装置を用いて隔壁110によって分けられた各分割セル11Cに分散系1を充填する。第4行程では、隔壁110の上部を封止する。第5行程では、共通電極201が形成された対向基板200を共通電極201と画素電極104が向かい合うようにして張り合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気泳動粒子を含有する分散系を隔壁で仕切られた複数の分割セルに封入してなる電気泳動表示装置の製造方法において、

前記隔壁の開口部に対して前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填することを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項2】 電気泳動粒子を含有する分散系を隔壁で仕切られた複数の分割セルに封入してなる電気泳動表示装置の製造方法において、

前記隔壁が形成された第1基板に対して、前記隔壁の開口部側から前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填し、

前記隔壁の開口部を封止材で封止し、

封止された第1基板と第2基板とを張り合わせることを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項3】 複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とを前記第1基板の一方の面に形成した後、前記一方の面に前記隔壁を形成することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項4】 前記第2基板は透明であり、透明な共通電極を前記第2基板に予め形成しておくことを特徴とする請求項3に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項5】 複数の行電極と複数の列電極とのうちいずれか一方を前記第1基板の一方の面に形成した後、前記一方の面に前記隔壁を形成し、

前記第2基板には複数の行電極と複数の列電極とのうちいずれか他方が予め形成されていることを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項6】 前記第1基板に対して隔壁材料を液滴として吐出して前記隔壁を形成することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項7】 スタンプによって隔壁材料を押圧して前記隔壁を形成することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項8】 前記第2基板には、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とが予め形成されており、

前記スタンプによって作成された前記隔壁を前記第1基板と張り合わせて前記第1基板に前記隔壁を形成し、前記隔壁の各分割セルに前記分散系を充填して封止した後、当該第1基板と前記第2基板とを張り合わせることを特徴とする請求項7に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項9】 前記第1基板は透明であり、前記画素電

極と対になる透明な共通電極を前記第1基板に予め形成しておくことを特徴とする請求項8に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項10】 前記隔壁を画素間の境界の一部または全部に設けることを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項11】 前記隔壁を黒色の隔壁材料で形成することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項12】 前記隔壁の一部または全部に導電性を持たせ、導電性を有する部分を前記画素電極と対になる共通電極として用いることを特徴とする請求項3または8に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項13】 前記第2基板には、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とが予め形成されており、

前記スタンプによって作成された前記隔壁の一部または全部を導電性部材でコーティングし、

コーティングされた隔壁を前記第1基板と張り合わせる

ことによって前記第1基板に前記隔壁を形成し、前記導電性部材を前記画素電極と対になる共通電極として用いることを特徴とする請求項7に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項14】 前記隔壁材料はシート状の導電性部材が樹脂部材で覆われたものであって、当該隔壁材料をスタンプによって押圧して、前記導電性部材の一方の面に複数の前記分割セルを形成して前記隔壁を製造し、

当該隔壁を前記第1基板と張り合わせて前記第1基板に隔壁を形成し、

前記導電性部材を前記画素電極と対になる共通電極として用いることを特徴とする請求項8に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項15】 前記封止材は導電性を有し、前記封止材を前記画素電極と対になる共通電極として用いることを特徴とする請求項3に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項16】 非導電性の封止材を用いて前記隔壁の開口部を封止した後、

当該封止材に導電性を付与し、

封止された第1基板と第2基板とを張り合わせることを特徴とする請求項3に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項17】 前記封止材を加熱により流動化する材料で構成し、

前記隔壁の開口部に前記封止材を配置し、

配置された封止材を加熱して前記隔壁の開口部を封止することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項18】 前記封止材を前記分散系と混じり合わない材料で構成し、
前記分散系が充填された第1基板に前記封止材を塗布または散布し、
前記封止材を硬化させて前記隔壁の開口部を封止することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項19】 前記封止材は、前記分散系よりも比重が小さくかつ前記分散系と混ざらないものであり、
前記分散系を液滴として吐出する際に、前記封止材を添加した前記分散系を前記各分割セルに吐出して前記分散系および前記封止材を充填し、
前記各分割セル内で前記分散系と前記封止材とが分離した後、前記封止材を硬化させて前記隔壁の開口部を封止することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項20】 前記隔壁が形成された第1基板に複数の小孔を有する小孔シートを接着し、
前記小孔シートを接着された第1基板に対して、前記小孔から前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填し、
前記小孔に前記封止材を液滴として吐出して封止することを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項21】 電気泳動粒子の空間的状态を変化させて各画素毎に所要の表示を行う電気泳動表示装置において、
複数の分割セルを仕切る隔壁と、
前記各分割セルに充填される前記電気泳動粒子を含有する分散系と、
前記分散系を挟持する少なくとも一方が透明な電極とを備え、
前記隔壁を前記画素間の境界の一部または全部に設けることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項22】 色相が異なる複数の色を予め定められた規則に従って各画素に対応付けて表示させる電気泳動表示装置であって、
前記隔壁を異なる色相を表示する画素間の境界に少なくとも設けることを特徴とする請求項21に記載の電気泳動表示装置。

【請求項23】 前記隔壁は黒色であることを特徴とする請求項22に記載の電気泳動表示装置。

【請求項24】 充填された前記分散系を封止する封止材を備えることを特徴とする請求項21に記載の電気泳動表示装置。

【請求項25】 前記封止材は導電性を有し、前記一方の電極を当該封止材と兼用することを特徴とする請求項21に記載の電気泳動表示装置。

【請求項26】 前記隔壁の一部または全部は導電性を有し、導電性を有する部分を前記一方の電極と兼用する

ことを特徴とする請求項21に記載の電気泳動表示装置。

【請求項27】 複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とを備える第1基板と、
共通電極が形成された第2基板とを備え、
前記隔壁は前記第1基板と前記第2基板に挟持されており、
前記一方の電極は前記共通電極であり、他方の電極が前記画素電極であることを特徴とする請求項21乃至26のうちいずれか1項に記載した電気泳動表示装置。

【請求項28】 複数の第1電極を有する第1基板と、複数の第2電極を有する第2基板とを備え、
前記隔壁は前記第1基板と前記第2基板に挟持されていることを特徴とする請求項21乃至26のうちいずれか1項に記載した電気泳動表示装置。

【請求項29】 請求項21乃至28のうちいずれか1項に記載した電気泳動表示装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を隔壁で仕切られた複数の分割セルに封入してなる電気泳動表示装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】非発光型の表示デバイスとして、電気泳動現象を利用した電気泳動表示装置が知られている。電気泳動現象は、液体中（分散媒）に微粒子（電気泳動粒子）を分散させた分散系に電界を印加したときに、粒子がクーロン力により泳動する現象である。

【0003】電気泳動表示装置の基本的な構造は、一方の電極と他方の電極とを所定の間隔で対向させ、その間に分散系を封入した構成となっている。この両電極間に電位差を与えると、電界の方向によって帯電した電気泳動粒子がどちらか一方の電極に引き付けられることになる。ここで、分散媒を染料で染色するとともに電気泳動粒子を顔料粒子で構成すれば、観測者には、電気泳動粒子の色または染料の色が見えることになる。したがって、電極をパターンニングしておいて、それらに印加する電圧を制御することによって、画像を表示することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、分散系は液状の流動体であることから、電極をパターンニングしても電気泳動粒子が拡散してしまい解像度が劣化する。このため、分散系を小区画に分割するための隔壁を設け、分割されたセルの内部でのみ電気泳動粒子の移動を許容す

ることにより解像度を高める技術が特公昭49-32038号公報に開示されている。

【0005】しかしながら、分割された個々のセルに分散系をどのようにして充填するかについては上記公報では明らかにされておらず、実際に電気泳動表示装置を製造することができなかった。

【0006】本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、分散系を分割セルに充填する方法を解決した電気泳動表示装置の製造方法を提供すること等にある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法は、電気泳動粒子を含有する分散系を隔壁で仕切られた複数の分割セルに封入してなる電気泳動表示装置を製造するために用いられ、前記隔壁の開口部に対して前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填することを特徴とする。この発明によれば、分散系を液滴として分割セルに吐出するから、分割セルが微小なものであっても、分散系を確実に充填することができる。液滴の吐出装置としては、インクジェット方式の装置を用いることができる。これにより、画素ピッチが極めて短い高精細な電気泳動表示装置を高い信頼性の下に大量に製造することが可能となる。

【0008】また、本発明に係る電気泳動表示装置の製造方法は、電気泳動粒子を含有する分散系を隔壁で仕切られた複数の分割セルに封入してなる電気泳動表示装置を製造するために用いられ、前記隔壁が形成された第1基板に対して、前記隔壁の開口部側から前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填し、前記隔壁の開口部を封止材で封止し、封止された第1基板と第2基板とを張り合わせることを特徴とする。この発明によれば、各分割セルに分散系が充填された後、隔壁の開口部は封止されるので、分散系を分割セルの内部に確実に保持することが可能となる。さらに、封止された後は分散系が分割セルの外に漏れるといったことがなく、くわえて、異物が混入することもないので中間製造物の取り扱いが容易になり、引いては歩留まりを向上させることができる。

【0009】ここで、上述した製造方法において、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とを前記第1基板の一方の面に形成した後、前記一方の面に前記隔壁を形成するようにしてもよい。この場合には、例えば、スイッチング素子として薄膜トランジスタを用い、その製造プロセスにおいて、データ線や走査線、あるいはスイッチング素子等を基板上に形成することができる。

【0010】また、この製造方法にあつては、前記第2

基板は透明であり、透明な共通電極を前記第2基板に予め形成しておくことが好ましい。これによりアクティブマトリックスタイプの電気泳動表示装置を製造することが可能となる。また、共通電極と第2基板を透明にしたので、第2基板の共通電極が形成されない面を表示面とすることができる。

【0011】また、上述した製造方法において、複数の行電極と複数の列電極とのうちいずれか一方を前記第1基板の一方の面に形成した後、前記一方の面に前記隔壁を形成し、前記第2基板には複数の行電極と複数の列電極とのうちいずれか他方が予め形成されているものであってもよい。これによりパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示装置を製造することが可能となる。

【0012】また、上述した製造方法で隔壁を形成するに際して、前記第1基板に対して隔壁材料を液滴として吐出して前記隔壁を形成するようにしてもよい。この場合、液滴の吐出装置としては、インクジェット方式の装置を用いることができる。これにより、隔壁材料を所望の位置に高い精度で堆積させることができ、微細な隔壁を形成することができる。

【0013】また、上述した製造方法で隔壁を形成するに際して、スタンプによって隔壁材料を押圧して前記隔壁を形成することが好ましい。この発明によれば、微細な隔壁を高い生産性の下に製造することが可能となる。

【0014】また、上述した製造方法において、前記第2基板には、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とが予め形成されており、前記スタンプによって作成された前記隔壁を前記第1基板と張り合わせて前記第1基板に前記隔壁を形成し、前記隔壁の各分割セルに前記分散系を充填して封止した後、当該第1基板と前記第2基板とを張り合わせるものであってもよい。ここで、前記第1基板は透明であり、前記画素電極と対になる透明な共通電極を前記第1基板に予め形成しておくことが好ましい。これによりアクティブマトリックスタイプの電気泳動表示装置を製造することが可能となる。

【0015】また、前記隔壁を画素間の境界の一部または全部に設けることが好ましい。境界の全部に設ければ、画素と分割セルとを1対1に対応させることができる。これにより、高品質の画像を表示する電気泳動表示装置を製造することができる。

【0016】また、前記隔壁を黒色の隔壁材料で形成することが好ましい。カラー表示ではブラックマトリックスが用いられるが、黒色の隔壁材料で隔壁を構成すれば、隔壁とブラックマトリックスを兼用することができる。これによりブラックマトリックスを形成する工程を省略することができる。

【0017】また、前記隔壁の一部または全部に導電性

を持たせ、導電性を有する部分を前記画素電極と対になる共通電極として用いるようにしてもよい。これにより共通電極を形成する工程を省略することができる。

【0018】また、前記第2基板には、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とが予め形成されており、前記スタンプによって作成された前記隔壁の一部または全部を導電性部材でコーティングし、コーティングされた隔壁を前記第1基板と張り合わせることによって前記第1基板に前記隔壁を形成し、前記導電性部材を前記画素電極と対になる共通電極として用いるようにしてもよい。この場合も、共通電極を形成する工程を省略することができる。

【0019】さらに、前記隔壁材料はシート状の導電性部材が樹脂部材で覆われたものであって、当該隔壁材料をスタンプによって押圧して、前記導電性部材の一方の面に複数の前記分割セルを形成して前記隔壁を製造し、当該隔壁を前記第1基板と張り合わせて前記第1基板に隔壁を形成し、前記導電性部材を前記画素電極と対になる共通電極として用いてもよい。この場合には、隔壁をスタンプで製造するのと同時に共通電極を製造できるので、製造工程を簡略化することができる。

【0020】次に、前記封止材は導電性を有し、前記封止材を前記画素電極と対になる共通電極として用いるものであってもよい。この場合は、共通電極を形成する工程を省略することができる。

【0021】また、非導電性の封止材を用いて前記隔壁の開口部を封止した後、当該封止材に導電性を付与し、封止された第1基板と第2基板とを張り合わせるようにしてもよい。この場合にも、共通電極を形成する工程を省略することができる。

【0022】また、前記封止材を加熱により流動化する材料で構成し、前記隔壁の開口部に前記封止材を配置し、配置された封止材を加熱して前記隔壁の開口部を封止することが好ましい。この発明によれば、分散系を充填する際に混入した気泡を加熱処理によって外部に追い出すことができるので、分散系の充填率を向上させることができる。この結果、高品質の画像を表示する電気泳動表示装置を製造することができる。

【0023】また、前記封止材を前記分散系と混じり合わない材料で構成し、前記分散系が充填された第1基板に前記封止材を塗布または散布し、前記封止材を硬化させて前記隔壁の開口部を封止するようにしてもよい。この発明によれば、分散系と封止材との間に隙間をなくすることができる。これにより、高品質の画像を表示する電気泳動表示装置を製造することができる。

【0024】また、前記封止材は、前記分散系よりも比重が小さくかつ前記分散系と混ざらないものであり、前記分散系を液滴として吐出する際に、前記封止材を添加

した前記分散系を前記各分割セルに吐出して前記分散系および前記封止材を充填し、前記各分割セル内で前記分散系と前記封止材とが分離した後、前記封止材を硬化させて前記隔壁の開口部を封止することが望ましい。この発明によれば、分散系と封止材との間に隙間をなくすることができ、さらに、封止材を塗布・散布する工程を省略することができる。これにより、高品質の画像を表示する電気泳動表示装置を高い生産性の下に製造することができる。

【0025】また、前記隔壁が形成された第1基板に複数の小孔を有する小孔シートを接着し、前記小孔シートを接着された第1基板に対して、前記小孔から前記分散系を液滴として吐出することにより前記各分割セルに前記分散系を充填し、前記小孔に前記封止材を液滴として吐出して封止するようにしてもよい。この発明によれば、分散系の厚さは小孔シートによって規定されるので、画面全体に渡ってこれを一様にすることができる。この結果、表示ムラがない高品質の画像を表示する電気泳動表示装置を製造することができる。

【0026】次に、本発明に係る電気泳動表示装置は、電気泳動粒子の空間的状态を変化させて各画素毎に所要の表示を行うものであって、複数の分割セルを仕切る隔壁と、前記各分割セルに充填される前記電気泳動粒子を含有する分散系と、前記分散系を挟持する少なくとも一方が透明な電極とを備え、前記隔壁を前記画素間の境界の一部または全部に設けることを特徴とする。この発明によれば、隔壁が画素間の境界に設けられているから、隔壁の厚さによって開口率が低下するのを最小限に押さえることができる。

【0027】ここで、色相が異なる複数の色を予め定められた規則に従って各画素に対応付けて表示させるのであれば、前記隔壁を異なる色相を表示する画素間の境界に少なくとも設けることが好ましい。これにより、カラー表示が可能となる。また、隔壁は黒色であることが好ましい。隔壁をブラックマトリックスと兼用できるからである。

【0028】また、上述した電気泳動表示装置は、充填された前記分散系を封止する封止材を備えることが好ましい。ここで、前記封止材は導電性を有し、前記一方の電極を当該封止材と兼用することが望ましい。また、前記隔壁の一部または全部は導電性を有し、導電性を有する部分を前記一方の電極と兼用してもよい。

【0029】次に、上述した電気泳動表示装置は、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続される各画素電極とを備える第1基板と、共通電極が形成された第2基板とを備え、前記隔壁は前記第1基板と前記第2基板に挟持されており、前記一方の電極は前記共通電極であり、他方の電極が前記画素電極であることを特徴

とする。この発明よれば、開口率が高いアクティブマトリックスタイプの電気泳動表示装置を提供できる。

【0030】次に、上述した電気泳動表示装置は、複数の第1電極を有する第1基板と、複数の第2電極を有する第2基板とを備え、前記隔壁は前記第1基板と前記第2基板に挟持されていることを特徴とする。この発明よれば、開口率が高いパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示装置を提供できる。

【0031】さらに、本発明に係る電子機器は上述した電気泳動表示装置を備えるものであり、例えば、電子書籍、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子広告掲示板、電子道路標識等が該当する。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0033】＜1. 第1実施形態＞

＜1-1：電気泳動表示装置の概要＞本実施形態の電気泳動表示装置は、電気泳動表示パネルと周辺回路とを備えている。まず、電気泳動表示パネルの機械的な構成について説明する。図1は本発明の一実施形態に係る電気泳動表示パネルの機械的な構成を示す分解斜視図であり、図2は、その部分断面図である。

【0034】図1および図2に示すように電気泳動表示パネルAは、画素電極104等が形成されたガラスや半導体等の素子基板100と、共通電極201等が形成された対向基板200とが、一定の高さを持った隔壁110によって一定の間隙を保って、互いに電極形成面が対向するように貼り合わせられ、この間隙に分散系1が封入された構造となっている。ここで、対向基板200、共通電極201および封止材202は透明である。観測者は、共通電極201が形成されていない対向基板200の面から表示画像を見ることになる。

【0035】また、分散系1は、分散媒2に電気泳動粒子3を分散させたものである。分散媒2は、界面活性剤等の添加剤が必要に応じて添加されている。分散系1では、電気泳動粒子3の重力による沈降を避けるため、分散媒2の比重と電気泳動粒子3の比重は略等しくなるように選ばれている。

【0036】この例の隔壁110は、画像の表示単位である画素を区分けするように設けられている。隔壁110によって仕切られた空間は分割セル11Cと呼ばれ、そこには分散系1が充填されている。このように隔壁110によって、多数の分割セル11Cを設けたので、電気泳動粒子3が泳動可能な領域が分割セル11Cの内部に制限されることになる。分散系1には、粒子の分散が偏ったり、あるいは、複数の粒子が結合して大きな塊になる凝結が起きることがあるが、上述したように隔壁110を用いて複数の分割セル11Cを形成することにより、そのような現象を防ぐことができる。この結果、表示画像の品質を向上させることが可能となる。

【0037】さらに、この例の電気泳動表示パネルAはフルカラー表示が可能であり、各画素は原色(RGB)のうち1色を表示できるようになっている。このため、分散系1としては、R色、G色、B色に対応する3種類が用いられる。以下の説明では、各色に対応する分散系1、分散媒2、電気泳動粒子3を区別して説明するときは、「r」「g」「b」の添字を付すことにする。

【0038】まず、R色に対応する分散系1 rは、電気泳動粒子3 rとして赤色の粒子を用いるとともに、分散媒2 rとしてシアン色のものを用いることができる。この電気泳動粒子3 rとしては、例えば、酸化鉄を用いることができる。次に、G色に対応する分散系1 gは、電気泳動粒子3 gとして緑色の粒子を用いるとともに、分散媒2 gとしてマゼンダ色のものを用いることができる。この電気泳動粒子3 gとしては、例えば、コバルトグリーン顔料粒子を用いることができる。次に、B色に対応する分散系1 bは、電気泳動粒子3 bとして青色の粒子を用いるとともに、分散媒2 bとしてイエロー色のものを用いることができる。この電気泳動粒子2 bとしては、例えば、コバルトブルー顔料粒子を用いることができる。

【0039】すなわち、電気泳動粒子3として表示色に対応したものを用いる一方、分散媒2として表示色を吸収する色(上述した例では補色)のものを用いる。これにより、電気泳動粒子3が表示面側の電極に浮上しているのであれば、電気泳動粒子3によって表示色に対応する波長の光が反射され、この反射光によって観測者は色を認識する。一方、電気泳動粒子3が表示面と反対側の電極に沈降しているのであれば、表示色に対応する波長の光は分散媒2によって吸収されるため、その波長の光が観測者に届かないので観測者は色を認識できない。ところで、分散系1に印加する電界強度によって、電気泳動粒子3を分散系1の厚さ方向にどのように分布させるかを制御できる。したがって、電気泳動粒子3とその反射光を吸収する分散媒2と組み合わせて用いるとともに電界強度を制御することによって、電気泳動粒子3によって反射される光の吸収率を調整でき、この結果、観測者に到達する光の強度を変化させることができる。

【0040】次に、素子基板100の対向面であって、隔壁110が形成される領域は、表示領域A1であり、そこには、画素電極104の他に、後述する走査線、データ線、およびスイッチング素子として機能する薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor: 以下、TFTと称する)が形成されるようになっている。一方、素子基板100の対向面であって、表示領域A1の周辺領域A2には、後述する走査線駆動回路、データ線駆動回路、および外部接続電極が形成されるようになっている。

【0041】次に、電気泳動表示装置の電気的な構成について、図3を参照しつつ説明する。図3は電気泳動表示装置の電気的な構成を示すブロック図である。この図

に示すように電気泳動表示装置は、電気泳動表示パネルAとその周辺回路である画像処理回路B1およびタイミングジェネレータB2を備えている。

【0042】電気泳動表示パネルAの表示領域A1には、X方向に沿って平行に複数本の走査線101が形成され、また、これと直交するY方向に沿って平行に複数本のデータ線102が形成されている。そして、これらの走査線101とデータ線102との各交点においては、TFT103のゲート電極が走査線101に接続される一方、そのソース電極がデータ線102に接続され、さらに、そのドレイン電極が画素電極104に接続されている。そして、各画素は、画素電極104と、対向基板102に形成された共通電極201と、これら両電極間に挟持された分散系1とによって構成される結果、走査線101とデータ線102との交差に対応して、マトリクス状に配列することとなる。

【0043】次に、走査線駆動回路130およびデータ線駆動回路140は、TFTを用いて構成されており、画素のTFT103と共通の製造プロセスで形成されている。これにより、集積化や製造コストの面などにおいて有利となる。

【0044】さて、走査線駆動回路130は、シフトレジスタを有し、タイミングジェネレータB2からのクロック信号YCLKや、その反転クロック信号YCLKinv、転送開始パルスDY等に基づいて、走査線信号Y1、Y2、…、Ymを各走査線101に対して順次出力する。一方、データ線駆動回路140は、画像信号処理回路B1から供給された画像データDを、クロック信号XCLKや、その反転クロック信号XCLKinv、転送開始パルスDX等に基づいて、点順時のデータに変換し、これをAD変換して得たデータ線信号X1、X2、…、Xnを各データ線102に対して順次出力する。

【0045】ある走査線信号がアクティブになると、当該走査線信号が供給される走査線101のTFT103がオン状態となり、データ線信号X1、X2、…、Xnが画素電極104に供給される。これにより、画素電極104と対向基板200の共通電極201との間に電界が発生し、分散系1の電気泳動粒子3が泳動して画像データDに応じた階調の表示が各画素毎に行われることになる。

【0046】＜1-2：電気泳動表示パネルの製造方法＞次に、第1実施形態に係る電気泳動表示パネルの製造方法についてその概要を説明する。図4は、電気泳動表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【0047】まず、同図(A)に示す第1工程では、素子基板100上にTFT103、画素電極104、複数の走査線101、および複数のデータ線102を形成するとともに、走査線駆動回路130およびデータ線駆動回路140を同時に形成する。この第1工程には、液晶表示装置におけるTFT製造プロセスを用いることがで

きる。

【0048】次に、同図(B)に示す第2工程では、素子基板100の上に隔壁110を形成する。隔壁110の形成方法には各種のものがあるが、エッチング等の処理を用いるものとしては、例えば、以下のものがある。まず、第1工程の処理が終了した素子基板100の対向面に、感光性ポリイミド前駆体を所望の厚さが得られるように塗布し、これを乾燥させる。次に、分割セル11Cに対応した格子上のマスクパターンを重ね、紫外線を照射して露光する。さらに、現像、リンスを行うことによって隔壁110を形成することができる。

【0049】次に、同図(C)に示す第3行程では、インクジェット方式の分散系充填装置を用いて隔壁110によって区分けされた各分割セル11Cに分散系1を充填する。分散系1を充填するのにインクジェット方式を用いたのは、微小量の分散系1を正確かつ高速に充填することが可能だからである。例えば、1個の分割セル11Cが、縦240 μ m、横80 μ m、高さ50 μ mであるとするれば、その容積は960ピコリットルである。一方、インクジェット方式では、6ピコリットルを下回る吐出量を制御することができるので、各分割セル11Cに分散系1を容易に充填することが可能である。

【0050】次に、同図(D)に示す第4行程では、隔壁110の上部を封止する。この例では、封止材202として加熱時に流動化する透明な材料を用い、封止材202を隔壁110に張り合わせた後に、加熱して封止を行う。加熱時には、封止する際に紛れ込んだ気泡が、封止材202に吸収あるいは通過する。気泡が分散系1に混入していると、電気泳動粒子2が気泡に囚われて自由に移動することができなくなる。このため、分割セル11C内の気泡は極力なくすることが好ましい。この例によれば、第3工程で分散系1を充填する際に気泡が混入しても分割セル11Cから気泡を追い出すことができるので、電気泳動粒子2を理想的に泳動させることができ、表示画像の品質を向上させることが可能となる。

【0051】次に、同図(E)に示す第5行程では、共通電極201が形成された対向基板200を共通電極201と画素電極104が向かい合うようにして張り合わせる。

【0052】以上の工程によって電気泳動表示パネルAを製造することができる。

【0053】＜1-2-1：第1工程＞次に、第1工程について詳細に説明する。図5は、第1工程を詳細なプロセスを説明するための説明図である。なお、この例では、表示領域A1にNチャンネル型のTFT103を用いるものとし、TFT103の製造プロセスについて説明する。

【0054】まず、図2(A)に示すように、素子基板100の上に絶縁層111を形成し、その上にアモルファスのシリコン層を堆積する。その後、シリコン層に対

して例えばレーザアニール処理等の加熱処理を施すことにより、アモルファスのシリコン層を再結晶させ、結晶性のポリシリコン層112（例えば、厚さ500オングストローム）を形成する。

【0055】次に、同図（B）に示すように、ポリシリコン層112を半導体層を形成するようにパターンニングし、その上にゲート絶縁層113（例えば、厚さ100～150nm）を積層する。

【0056】次に、同図（C）に示すようにTFT103のゲート電極114および走査線101（ゲート線）を形成する。このゲート電極等の形成は、例えば、レジスト上にゲート電極等のパターンを形成した後、タンタル等の金属をスパッタまたは真空蒸着し、当該レジストを剥離することにより行う。そして、 PH_3/H_2 イオンをドーピングする。これにより、TFT103のソース領域115、チャネル領域116、ドレイン領域117が形成される。

【0057】次に、同図（D）に示すように、第1層間絶縁膜119を積層する。さらに、コンタクトホールC2、C3を開口させ、各電極のパターンをレジストでパターンニングし、アルミニウム等の金属を蒸着してデータ線102およびアルミ電極120を形成する。

【0058】次に、同図（E）に示すように、第2層間絶縁層121を積層した後、コンタクトホールC1を開口させる。そして、画素電極104のパターンをレジストでパターンニングし、アルミニウム等の金属を蒸着して画素電極104を形成する。

【0059】このようにして、素子基板100の表示領域A1にNチャンネルのTFT103が形成されることになる。なお、素子基板100の周辺領域A2には、走査線駆動回路130やデータ線駆動回路140が形成されるが、上述した製造プロセスにおいて、それらを構成するNチャンネルのTFTも同時に形成される。また、これらの駆動回路にはPチャンネルのTFTを用いるため、実際の製造プロセスでは、同図（C）に示す工程と同図（D）に示す工程の間にPチャンネルのTFTを形成する工程を設ける。この工程では、PチャンネルTFTのソース領域とドレイン領域を形成するために、アクセプタとしての $\text{B}_2\text{H}_6/\text{H}_2$ イオンをドーピングしている。

【0060】このようにしてTFT103が形成された素子基板100は、第2工程によってその画素電極104側に隔壁110が形成され、第3工程へ運ばれる。

【0061】＜1-2-2：第3工程＞図6は、第3工程に使用する分散系充填装置の概観を示す斜視図である。同図に示すように、分散系充填装置10は装置本体20とその各部を制御するコントローラ30とを備えている。コントローラ30は、コンピュータ31、操作者の指示を入力するキーボード32、および作業の進捗状態等を表示するモニタ33を備えている。

【0062】一方、装置本体20は、ベース21、第1移動手段22、第2移動手段23、インクジェットユニット70R、70G、70B、キャッピングユニット24、およびクリーニングユニット25等を有している。各インクジェットユニット70R、70G、70Bは、RGB各色に対応する分散系1を分割セル11Cに吐出するためのユニットである。分散系充填装置10は、各ユニット70R、70G、70Bを順番に用いて各色毎に分散系1を所定の分割セル11Cに充填するようになっている。

【0063】ベース22の上側には、分散系1の充填を行う各構成部分を収容する安全カバー26が設けられて、作業者はこの安全カバー26の扉を開くことができるようになっている。一方、ベース22の内側にはコントローラ30との間で制御信号の授受を行う制御盤80が設けられている。

【0064】第1移動手段22はベース12上に設けられており、Y軸方向に沿って位置決めされている。一方、第2移動手段23は、支柱23A、23Aを用いて、ベース22に対して垂直に取り付けられている。第2移動手段23のX軸はベース22の左右方向に沿った軸であり、第1移動手段22のY軸と直交する。

【0065】次に、第1移動手段22と第2移動手段23について、図7を参照して説明する。なお、図7では、インクジェットユニット70Rのみを記載し、インクジェットユニット70G、70Bについては記載を省略してある。同図に示すように、第1移動手段23は、スライダ42、ガイドレール40およびテーブル46を備えている。スライダ42は、リニアモータを内蔵しておりガイドレール40に沿って、Y軸方向に移動できるようになっている。また、スライダ42は、 θ 軸用のモータ44を備えている。このモータ44は、例えばダイジェクトドライブモータであり、そのロータはテーブル46に固定されている。これにより、モータ44に通電することでロータとテーブル46は、 θ 方向に沿って回転してテーブル46をインデックス（回転割り出し）することができる。

【0066】さらに、テーブル46は、吸着保持手段（図示略）を有しており、これが作動することにより、テーブル46の穴46Aを通して、素子基板100をテーブル46の上に吸着して保持することができる。また素子基板100は、テーブル46の位置決めピン46Bにより、テーブル46の上に正確に位置決めすることができる。

【0067】くわえて、テーブル46は、インクジェットヘッドユニット70Rが、インクを捨打ちあるいは試し打ちするための捨打ちエリア52を有している。この捨打ちエリア52は、X軸方向に並行でテーブル46の後端部側に設けられている。

【0068】次に、第2移動手段16は、支柱23A、

23Aに固定されたコラム23Bと、スライダ60と、ガイドレール62を備えている。スライダ60は、リニアモータを内蔵しており、ガイドレール62に沿ってX軸方向に移動して位置決め可能である。そして、スライダ60には、インクジェットユニット20Rが取り付けられている。

【0069】インクジェットユニット70Rは、インクジェットヘッド71と、揺動位置決め手段としてのモータ62、64、66、68とを有している。インクジェットヘッド71は、モータ62によってZ軸に沿って上下動して位置決め可能である。このZ軸はX軸とY軸に対して各々直交する方向(上下方向)である。また、各モータ64、66、68は、インクジェットヘッド21を β 、 γ 、 α 方向に沿って各々揺動させ位置決めする。

【0070】このように、インクジェットヘッド71は、スライダ60において、Z軸方向に直線移動して位置決め可能で、 α 、 β 、 γ に沿って揺動して位置決め可能であるから、インクジェットヘッド71のインク吐出面は、テーブル46側の素子基板100に対して正確に位置あるいは姿勢がコントロールされる。なお、インクジェットユニット20G、20Bもインクジェットユニット20Rと同様に構成されている。

【0071】つぎに、インクジェットヘッド71の構造例について、図8を参照して説明する。インクジェットヘッド71は、たとえば、ピエゾ素子(圧電素子)を用いたヘッドであり、図8(A)に示すようにインク吐出面71Pには、複数のノズル72が形成されている。これらのノズル72に対してそれぞれピエゾ素子73が設けられている。また、図8(B)に示すようにピエゾ素子73は、ノズル71とインク室74とに対応して配置されている。インク室74には分散系1がインクとして供給されるようになっている。そしてこのピエゾ素子73に対して図8(C)に示すように印加電圧Vhを印加することで、図8(D)、(E)および(F)に示すよう、ピエゾ素子73を矢印Q方向に伸縮させる。これにより、分散系1を加圧して所定量のインク滴75(液滴)をノズル72から吐出させるようになっている。

【0072】次に、図6に示すキャッピングユニット24は、インクジェットヘッド71のインク吐出面71Pが乾燥しないようにするために、待機時にこのインク吐出面71Pにキャップをかぶせるものである。クリーニングユニット25は、インクジェットヘッド71のノズル72等のクリーニングを分散系充填中や待機時に定期的あるいは随時に行うことができる。また、アライメント用カメラ27は、素子基板100にあらかじめ形成されているアライメントマークを検出して、基板100の位置を検知するものである。

【0073】次に、図9に分散系充填装置10の電気的な構成を示す。なお、同図にあってはインクジェットユニット70Rに係る構成を示し、インクジェットユニッ

ト70G、70Bについては省略してある。

【0074】コンピュータ31は、装置全体を制御するものであり、具体的には、制御盤80を介して第1移動手段22(リニアモータ)と θ 軸用のモータ44に制御信号を供給し、これにより素子基板100のY軸方向と θ 軸方向の位置決めを行うとともに、制御盤80を介して第2移動手段23(リニアモータ)とインクジェットユニット70Rのモータ62、64、66、68に制御信号を供給し、インクジェットヘッド71の位置決めを行う。

【0075】また、インクジェットヘッド71に分散系1を供給する分散系供給部81には温度計82と粘度計83が接続されており、それらによって検出された温度や粘度がフィードバック信号S1、S2として、分散系管理コントローラ84に供給されるようになっている。

【0076】分散系管理コントローラ84は、フィードバック信号S1、S2に基づいて、コンピュータ31に対して分散系1の温度や粘度の状態を制御用の情報として与える。コンピュータ31は、制御盤80を通して、ピエゾ素子駆動回路85に対してピエゾ素子駆動信号S3を送る。ピエゾ素子駆動回路85は、このピエゾ素子駆動信号S3に基づいて、ピエゾ素子73に対してその時のインクの温度や粘度に応じた印加電圧Vhを供給する。これにより、分散系1の温度や粘度に応じて所定量のインク滴75を吐出することができる。

【0077】次に、図10を参照して、分散系充填装置の動作例について説明する。まず、コンピュータ31が基板供給指令を基板給排出手段に対して送信すると、素子基板100が第1移動手段22のテーブル46の上に給材される(ステップST1)。この素子基板100は、図7の位置決めピン46Bに対して突き当てられることで、テーブル46に対して位置決めされる(ステップST2)。次に、モータ44が作動して、素子基板100の端面がY軸方向に並行になるように設定され、これにより基板アライメントが完了する(ステップST3)。

【0078】この後、コンピュータ31は、アライメント用カメラ27からの情報と観察カメラ28からの等の情報に基づいて、分散系1を吐出する作業の開始位置を算出する(ステップST4)。そして、コンピュータ31は制御盤80を介して第1移動手段22と第2移動手段23に制御信号を供給して、インクジェットヘッド71を描画開始位置に移動させる(ステップST5)。

【0079】次に、ステップST6において、コンピュータ31は、分散系1の状態のフィードバック信号S1、S2の信号に基づいて得られる分散系管理コントローラ84からの信号により、分散系1の状態を判断し、その判断結果に基づいてピエゾ素子駆動信号S3を生成する。ピエゾ素子駆動信号S3はピエゾ素子駆動回路85によって増幅され、ピエゾ素子73に供給される。こ

れにより、分散系1の吐出量が制御されることになる。具体的には、印加電圧の電圧を変化させることにより、ピエゾ素子の歪み量を制御して吐出量を調整したり、あるいは印加電圧の周波数を変化させることにより、ピエゾ素子の歪み速度を制御して、分散系の粘度による負荷力とバランスをとっている。

【0080】また、コンピュータ31は、図11に示すように、まず、R色に対応するインクジェットユニット70Rを用いて、図中実線で示す経路に従って、分散系1の充填を行う。具体的には、まず、第1移動手段22を動作させて第1列の分割セル11Cに充填を行い、次に、第2移動手段23を動作させて第4列の分割セル11Cに充填を行う。以後、横に3列移動しては充填を行う動作を繰り返すことによって、R色に対応する総ての分割セル11Cに分散系1を充填する。この後、インクジェットユニット70G、70Bを用いてG色、B色に対応する分割セル11Cに充填を行う。

【0081】この後、コンピュータ31は、予め与えられた制御プログラムに従って、総ての分割セル11Cに分散系1の充填を行ったかを判断し（ステップST7）、充填作業が終了していない場合には、ステップST5に戻り位置決めと分散系の吐出を繰り返す。すなわち、分散系の吐出と基板の移動（列間の移動）とを交互に繰り返して各分割セル11Cに分散系1を順次充填していく。そして、分散系1の充填が終了すると、ステップST8に進み、素子基板100の排出を行う。

【0082】このように第3工程では、インクジェット方式の分散系充填装置10を用いたので、正確かつ高速に分散系1を分割セル11Cに充填することができる。なお、この例では、ピエゾ素子73を用いたインクジェットヘッド71を一例として説明したが、インクジェットの方式は任意であり、例えば、加熱により分散系1を飛ばすバブルジェット（登録商標）方式やあるいはクーロン力を用いる静電方式であってもよいことは勿論である。

【0083】また、この例では、分散系1として加色混合のRGBを採用したが、減色混合のCMYを用いてもよいことは勿論である。さらに、色の配置としてストライプ型を一例として説明したが、モザイク型等を採用してもよいことは勿論である。くわえて、電気泳動粒子3として白色の顔料粒子（例えば酸化チタン）を用い、分散媒2として黒色で着色されたものを用いることによって白黒表示にしてもよいことは勿論である。

【0084】＜1-3：第1実施形態の変形例＞次に、第1実施形態の変形例について説明する。

【0085】＜1-3-1：第2工程の変形例（その1）＞上述した第1実施形態において、隔壁110をエッチング等の処理を用いて形成したが、分散系1の充填に用いた分散系充填装置10と同様のインクジェット装置を用いて隔壁110を形成するようにしてもよい。例

えば、図6に示す分散系充填装置10に隔壁材料4を吐出するインクジェットユニット110Jを追加し、これを他のインクジェットユニット70R、70G、70Bと同様に制御すればよい。図12は、インクジェットユニット110Jを用いて隔壁110を形成する工程を示す説明図である。インクジェットユニット110Jは、同図に示すように隔壁材料4を吐出して素子基板100の上に隔壁材料4を徐々に堆積させ、その後、隔壁材料4を硬化させることによって、隔壁110を形成する。

【0086】この場合、隔壁材料4としてはUV硬化、加熱硬化、縮合硬化、あるいは付加重合硬化等する材料を用いればよい。また、堆積の途中で硬化させ、さらに隔壁材料110を堆積させ、再び硬化させるといったように硬化と堆積とを繰り返して隔壁110を形成するようにしてもよい。

【0087】＜1-3-3：第2工程の変形例（その2）＞上述した第1実施形態にあっては対向基板200に共通電極201を設けたが、共通電極201の機能を隔壁110に持たせてもよい。例えば、隔壁110の材料に導電性を有する素材（カーボンや金属繊維）を練り込んだ樹脂を使用することによって、隔壁110全体に導電性を持たせ、隔壁110自体を共通電極201として用いることが可能となる。

【0088】また、絶縁材料で隔壁110を形成し、その後、金属材料を蒸着したり、CVD法（気相成長法）等で絶縁材料に導電性を持たせるようにしてもよい。この場合には、隔壁110の全体に導電性を持たせるのではなく、対向基板200側の一部に導電性を持たせることが可能である。例えば、図13（A）に示すように隔壁110に対してイオンの打ち込みを行うと、そのドーピング量に応じて図13（B）に示すように隔壁110の上部110a（ハッチング部分）に導電性を持たせることができる。

【0089】図14は、そのようにして製造された電気泳動表示パネルAの断面図である。この図に示すように対向基板200の下側には共通電極201が設けられないが、隔壁110の上部110aに導電性を持たせてあるので、この部分を共通電極201として使用することができる。この結果、共通電極201の厚さだけ電気泳動表示パネルAを薄くできるとともに、軽量化することができる。さらに、電極間の距離が近くなるため、低い駆動電圧でも高い電界を発生させることができるといった利点がある。

【0090】＜1-3-3：第2工程の変形例（その3）＞上述した隔壁110の材料として、黒色顔料、クロム、あるいはカーボン等を混入したものを用いて、隔壁110にブラックマトリックスの機能を持たせるようにしてもよい。

【0091】カラーブラウン管やカラー液晶表示パネルにあっては、解像度や色の鮮明さを向上するために、画

素に対応したカラーフィルタとこれを黒色の枠で囲むブラックマトリックスとが一体となって設けられている。これに対して、電気泳動表示装置による表示色は、分散媒2や電気泳動粒子3そのものの色であり、カラーフィルタは不要である。しかしながら、解像度や色の鮮明さを向上するためには、ブラックマトリックスを用いることが好ましい。この場合、ブラックマトリックスを各分割セル（画素）に対応させて対向基板200に設けることも可能であるが、対向基板200の製造工程が増えてしまう。そこで、隔壁110を黒色とすることで隔壁110をブラックマトリックスと兼用することが可能となり、対向基板200にブラックマトリックスを別途設ける必要がなくなる。これにより、簡易な構成で、表示画像の品質を向上させることが可能となる。

【0092】<1-3-4：第4工程の変形例（その1）>上述した実施形態では隔壁110を封止材202で封止した後に、共通電極201が形成された対向基板200を素子基板100と張り合わせて電気泳動表示パネルAを製造したが、封止材202と共通電極201とを兼用するようにしてもよい。例えば、封止材202aとして導電性を有する素材（カーボンや金属繊維）を練り込んだ樹脂を使用することができる。また、絶縁材料で封止材202aを構成し、封止が終了した後に、イオンを打ち込みを行ったり、あるいは、金属材料を蒸着したり、CVD法（気相成長法）等で絶縁材料の上面に導電性を持たせるようにしてもよい。

【0093】図15は、そのようにして製造された電気泳動表示パネルAの断面図である。この図に示すように対向基板200の下側には共通電極201が設けられないが、封止材202aに導電性を持たせてあるので、封止材202aそのものを共通電極201として使用することができる。この結果、共通電極201の厚さだけ電気泳動表示パネルAを薄くすることができるとともに、軽量化することができる。

【0094】<2.第2実施形態>次に、第2実施形態に係る電気泳動表示装置について図面を参照しつつ説明する。

【0095】<2-1：電気泳動表示装置の概要>第2実施形態の電気泳動表示装置の電気的な全体構成は、図2に示す第1実施形態と同様であり、電気泳動表示パネルAの詳細な機械的構成が異なる。図16は第2実施形態に係る電気泳動表示パネルBの断面図である。この電気泳動表示パネルBは、隔壁110の替わりに隔壁110Bが用いられている点、および封止材202が、隔壁110Bの下側に設けられている点を除いて、図2に示す第1実施形態の電気泳動表示パネルAと同様に構成されている。このような相違点があるのは、第2実施形態と第1実施形態では隔壁の製造方法が異なるからである。

【0096】<2-2：電気泳動表示パネルの製造方法

>次に、電気泳動表示パネルBの製造方法について図面を参照しつつ説明する。図17は、電気泳動表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【0097】まず、図17（A）に示す第1工程では、隔壁110Bをスタンプで製造する。図18は、第1工程の詳細を説明するための図である。同図に示すようにスタンプ300は、隔壁110Bの形状に対応する凹型の金型300Aと、ベース300Bを備えている。そして、金型300Aとベース300Bとの間にシート状の隔壁材料300Cを配置する。なお、隔壁材料300Cとしては透明なものを用いる。金型300Aを下方方向に移動させて、隔壁材料300Cを押圧することによって、隔壁110Bを形成する。この隔壁110Bは、分割セル11Cに対応する部分が升状になっており、当該部分が貫通している第1実施形態の隔壁110と相違する。このようにスタンプ300を用いてシート状の材料に微小な凹凸を形成する技術としては、CD-ROMを製造する技術を応用することができる。

【0098】次に、図17（B）に示す第2工程では、隔壁110Bと共通電極201が形成された対向基板200とを、隔壁110Bの底面と対向基板200の共通電極201側の面とが向かい合うようにして張り合わせる。

【0099】次に、同図（C）に示す第3行程では、インクジェット方式の分散系充填装置10を用いて隔壁110Bによって分けられた各分割セル11Cに分散系1を充填する。この第3工程は、素子基板100の替わりに対向基板200を用いる点を除いて、上述した第1実施形態の第3工程と同様である。

【0100】次に、同図（D）に示す第4行程では、隔壁110Bの上部を封止材202を用いて封止する。

【0101】次に、同図（E）に示す第5行程では、表示領域A1および周辺領域A2にTFT103や駆動回路が形成された素子基板100と、第4工程で得られた対向基板100とを張り合わせて電気泳動表示パネルBを完成させる。なお、素子基板100は、第1実施形態の第1工程で説明した製造プロセスによって予めTFT103等を形成しておく。

【0102】この製造方法によれば、スタンプ300を用いるので、高精度かつ大量に隔壁110Bを製造できる。この結果、電気泳動表示パネルBの価格を大幅に下げることができる。

【0103】<2-3：第2実施形態の変形例>次に、第1実施形態の変形例について説明する。

【0104】<2-3-1：第1工程の変形例（その1）>上述した第2実施形態にあつては、対向基板200に共通電極201を予め形成し、これと隔壁110Bを張り合わせたが、隔壁110Bの中に共通電極を設けるようにしてもよい。

【0105】図19は、共通電極を内蔵する隔壁110

Bの製造工程を説明するための図である。この例では、上述したスタンプ300を用い、隔壁材料301Cとして、2枚のシート材の間に透明な電極（導電性部材）が介挿されているものを用いる。この透明電極が共通電極201Bとなる。共通電極201Bの厚さ方向の位置は、金型300Aで隔壁材料301Cを押圧した際に共通電極201Bがシート材を破って露出しないように定められている。このため、スタンプ300によって隔壁材料301Cに凹凸を形成する際に、共通電極201Bが金型300Aと直接接触して損傷を受けるといったことがない。

【0106】このようにして製造された隔壁110Bを対向基板200と張り合わせることで、共通電極201を対向基板200に形成する工程を省略することができ、これにより、電気泳動表示パネルBの製造コストを削減することができる。

【0107】＜2-3-1：第1工程の変形例（その2）＞上述した第2実施形態にあっては対向基板200に共通電極201を設けたが、共通電極201の機能を隔壁110Bに持たせてもよい。例えば、隔壁110Bの材料に導電性を有する素材（カーボンや金属繊維）を練り込んだ樹脂を使用することによって、隔壁110B全体に導電性を持たせ、隔壁110B自体を共通電極201Bとして用いることが可能となる。

【0108】さらに、導電性を持たない通常の樹脂で隔壁110Bを形成し、その後、イオンの打ち込みや、CVD法（気相成長法）等で樹脂表面に導電性を持たせるようにしてもよい。くわえて、導電性を持たない通常の樹脂で隔壁110Bを形成し、その後、表面を導電性部材でコーティングして樹脂表面に導電性を持たせるようにしてもよい。

【0109】図20は、そのようにして製造された電気泳動表示パネルBの断面図である。この図に示すように対向基板200の下側には共通電極201が設けられないが、隔壁110Bの表面110bに導電性を持たせてあるので、この部分を共通電極201として使用することができる。この結果、共通電極201の厚さだけ電気泳動表示パネルAを薄くすることができるとともに、軽量化することができる。さらに、電極間の距離が近くなるため、低い駆動電圧でも高い電界を発生させることができるといった利点がある。

【0110】＜3. 応用例＞以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で応用・変形が可能であり、例えば、以下に述べる変形が可能である。

【0111】＜3-1：パッシブマトリックス型の電気泳動表示パネル＞上述した各実施形態にあっては、TFT103を用いたアクティブマトリックス型の電気泳動表示パネルA、Bについて説明したが、本発明は限定されるものではなく、行電極と列電極とを用いたパッシ

ブマトリックスのパネルであってもよい。図21はパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルの分解斜視図である。この図に示すように電気泳動表示パネルCは、複数の行電極410がX方向に形成された第1基板400と、複数の列電極510がY方向に形成された第2基板500と、隔壁110'とを備えている。隔壁110'は複数の分割セル11Cを備えており、各分割セル11Cには分散系1が充填されており、封止材（図示略）によって封止されている。

【0112】第1基板400と第2基板500とは、例えば、ガラス基板で構成されており、また、行電極410と列電極510のうち少なくとも一方は透明電極で形成されている。そして、透明電極が形成された基板側が電気泳動表示パネルCの表示面となる。ここでは、列電極510を透明電極で形成し、第2基板500の上側の面を表示面にする。

【0113】このような電気泳動表示パネルCにおいて、1画素は、行電極410および列電極510の交差領域に対応する両電極部分と、それらの間に挟持される分散系1とを有することになる。この例では、各画素と各分割セル11Cとを1対1に対応させてある。そして、行電極410を水平走査期間毎に順時選択する一方、1水平期間内に各列電極510を順時選択する。すると、選択された行電極410と列電極510との交差に対応する画素には、正極性の行選択電圧と負極性の列選択電圧とが印加され、電気泳動粒子3がそれらの差分電圧に応じて泳動する。これにより、各画素ごとに、電気泳動粒子3を表示面（列電極510）側に浮上させたり、あるいは、電気泳動粒子3を沈降させたりすることができ、所望の画像を表示することが可能となる。

【0114】この場合、電気泳動粒子3としてしきい値を有するものを用いることが望ましい。これは、ある行電極410を選択する選択期間にあっては、この行に対応するすべての画素に行選択電圧が印加されるため、そのような電圧が印加されても列選択電圧が印加される画素以外の他の画素では電気泳動粒子3が泳動しないことが望ましいからである。

【0115】次に、電気泳動表示パネルCは上述した第1実施形態または第2実施形態と同様に製造することができる。例えば、第1実施形態の製造方法を適用して電気泳動表示パネルCを製造する場合には、図4（A）に示すTFT103が形成された素子基板100の替わりに行電極410が形成された第1基板400を用いるとともに、対向基板200の替わりに列電極510が形成された第2基板500を用いればよい。この場合には、同図（B）に示す第2工程において、第2基板500上に、第1実施形態で説明したように感光性ポリイミド前駆体にエッチング処理を施して隔壁110'を形成し、同図（C）に示す第3工程においてインクジェット方式の分散系充填装置10を用いて分散系1を各分割セル1

1Cに充填し、さらに、同図(D)に示す第4工程において、隔壁110'を封止した後、同図(E)に示す第5工程において、第1基板400と第2基板500とを、電極面が対向するように張り合わせる。

【0116】一方、第2実施形態の製造方法を適用して電気泳動表示パネルCを製造する場合には、まず、スタンパ300を用いて隔壁110'を製造し(図18参照)、これを行電極410が形成された第1基板400または、列電極510が形成された第2基板500のうちいずれか一方に張り合わせる。次に、図17(C)に示す第2実施形態の第3工程と同様に、インクジェット方式の分散系充填装置10を用いて分散系1を各分割セル11Cに充填し、さらに、同図(D)に示す第4工程において、隔壁110'を封止した後、同図(E)に示す第5工程において、第1基板400と第2基板500とを、電極面が対向するように張り合わせる。

【0117】このようにパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルCは、アクティブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルA、Bと同様にインクジェット方式の分散系充填装置10を用いて分散系1を分割セル11Cに充填することができるので、電気泳動表示パネルCを高い生産性の下に製造することができる。

【0118】<3-2:分割セルと画素の対応関係>上述した電気泳動表示パネルA、B、およびCは、いずれも分割セル11Cと画素が1対1に対応するものであったが、本発明はこれに限定されるものではなく、1つの分割セルC11に複数の画素が対応するものであってもよい。

【0119】例えば、電気泳動表示パネルA、Bは、図22に示すように、Y方向に縦長の分割セル11C1を短冊状に有する隔壁1101を用いて構成してもよい。また、電気泳動表示パネルCは、図23に示すように、同様の隔壁1101を用いて構成してもよい。これらのパネルを製造する場合には、インクジェット方式の分散系充填装置10を用いて各分割セル11C1に分散系1を吐出することによって分散系1を充填することができる。また、カラー表示させる場合には、各分割セル11C1にR色→G色→B色といった順に分散系1を充填し、ストライプ型の画素構成とすればよい。

【0120】さらに、図24に示すように、近接する複数の画素(この例では4画素)を1ブロックとし、各ブロックに対応する分割セル11C2を設けるようにしてもよい。

【0121】なお、以上の説明では、隔壁110、110'、1101を画素と画素との境界に設けたが、例えば、図25に示すように画素を横切るように隔壁1102を設けてもよい。ただし、画素を横切るように隔壁1102を設けると、隔壁1102の厚さだけ、開口率が低下することになる。換言すれば、画素間の境界の一部または全部に隔壁を設けることによって開口率を向上さ

せることができる。

【0122】<3-3:隔壁の封止方法>次に、上述した第1および第2実施形態の電気泳動表示パネルA、Bやパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルCの製造方法において、隔壁を封止する他の封止方法について説明する。

【0123】第1の封止方法は、分散系1より軽い封止材を用いるものである。図26は第1の封止方法を説明するための図である。なお、同図においては電極を省略してある。この例では、隔壁110、110B、1101に分散系1を充填した後、開口部側から、封止材202cを散布する。封止材202cとしては、分散系1より比重が小さく、硬化処理により硬化するものを用いる。硬化処理は封止材202cの種類に応じて決められるが、例えば、UV硬化、加熱硬化、縮合重合硬化、付加重合硬化等がある。

【0124】このように封止材202cを散布すると、一旦は封止材202cが分散系1と混ざるが、封止材202cの方が分散系1より比重が小さいので、所定時間放置すれば封止材202cが分散系1と分離して、分散系1の上部に抽出される。こうして封止材202cが分散系1と分離した後に硬化処理を行うことによって、隔壁110、110B、1101を封止層202Cで封止することができる。

【0125】さらに、分散系1に封止材202cを予め添加しておき、混合材料をインクジェット方式の分散系充填装置10を用いて隔壁110、110B、1101に充填するようにしてもよい。この場合にも、所定時間放置することによって、分散系1と封止材202cを分離することができる。

【0126】この第1の封止方法によれば、分散系1と封止材202cとの間に気泡が入る余地がなく、しかも薄膜で封止層202Cを形成できる。この結果、高品質のパネルを高い信頼性の下に安価に製造することができる。

【0127】次に、第2の封止方法について説明する。第2の封止方法では、まず、隔壁110、110Bの開口部側に図27に示す小孔シート202Dを接着する。小孔シート202Dは、同図に示すように各画素に対応する小孔202dを有しており、例えば、第1実施形態で説明したエッチング処理等によって作成することができる。

【0128】次に、図28に示すように、インクジェット方式の分散系充填装置10を用いて分散系1と封止材202eとを小孔202dに向けて吐出する。この工程にあつては、まず、小孔202dに達するように分散系1を分割セル11Cに充填し、この後、封止材202eを小孔202dに吐出してこれを封止する。同図に示す例では、分割セル11Caは分散系1を充填中であり、分割セル11Cbは分散系1の充填が終了しており、分

割セル11Ccは封止材202eによって小孔202dを封止中であり、さらに、分割セル11Cdは封止が完了している。

【0129】この封止方法によれば、分散系1は隔壁110、110Bの高さhまで必ず充填されるので、封止材202eの厚さとは無関係に、分散系1の厚さを定めることができる。したがって、各画素間で分散系1の厚さがバラツクといったことがなくなるから、一様な濃度で画像を表示することが可能となる。

【0130】<3-4：分散系の組成>上述した実施形態にあっては、分散系1の組成の一例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各種のものを適用してもよいことは勿論である。

【0131】例えば、分散媒2としては、電着塗装あるいは静電映像用液体現像剤に用いられる溶媒は勿論のこと、その他多くの液体を使用できる。例えば、水、エタノール等のアルコール系溶剤、アミルアセテート等のエステル類、ターペンチン等のテルペン類、石油類等の脂肪系炭化水素、トルエン、ベンゼン等の芳香系炭化水素、各種の油を用いることができる。さらに、これらを適宜組み合わせ、着色して用いることができる。

【0132】また、電気泳動粒子3としては以下のものがある。白色粒子としては、アナターゼ型およびルチル型二酸化チタン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、二酸化ケイ素、チタン酸バリウム、硫酸バリウム、水酸化アルミニウム、タルク等を使用できる。また、黒色粒子としては、カーボンブラック、グラファイト、黒色酸化鉄、アイボリーブラック、二酸化クロム等を使用できる。

【0133】また、赤色粒子としては、レーキレッドC、リソールレッド、ブリリアントカルミン6B、ウオツチングレッド等のアゾレーキ系、パーマネントレッド4R等の不溶性アゾ系、酸化鉄、硫化アンチモン、セレン化カドミウム、鉛丹等を使用できる。また、緑色粒子としては、フタロシアニングリーン、マラカイトグリーンレーキ、ナフトールグリーン、エメラルドグリーン、ビリデリアン、コバルトグリーン、酸化クロム等を使用できる。また、青色粒子としては、フタロシアニンブルー、スカイブルー、インダスレンブルー、群青、コバルトブルー等を使用することができる。

【0134】<3-5：電子機器>次に、上述した電気泳動表示パネルA、B、Cを用いた電子機器について説明する。

【0135】<3-5-1：電子書籍>電気泳動表示パネルA、B、Cを電子書籍に適用した例について説明する。図29は、この電子書籍を示す斜視図である。図において、電子書籍1000は、電気泳動表示パネル1001、電源スイッチ1002、第1ボタン1003、第2ボタン1004、およびCD-ROMスロット1005を備えている。

【0136】利用者が電源スイッチ1002を押して、

CD-ROMスロット1005にCD-ROMを装着すると、CD-ROMの内容が読み出され、電気泳動表示パネル1001にメニューが表示される。利用者が第1ボタン1003と第2ボタン1004を操作して、所望の書籍を選択すると電気泳動表示パネル1001に第1頁が表示される。頁を進める場合には第2ボタン1004を押し、頁を戻す場合には第1ボタン1003を押す。

【0137】この電子書籍1000にあっては、書籍の内容を表示した後は、第1ボタン1003および第2ボタン1004を操作したときだけ表示画面を更新する。上述したように電気泳動粒子3は電界が印加されなければ泳動しない。換言すれば、表示画像を維持するためには給電が不要である。このため、表示画面を更新するときだけ、駆動回路に電圧を給電して電気泳動表示パネル1001を駆動している。この結果、液晶表示装置と比較して消費電力を大幅に削減することができる。

【0138】また、電気泳動表示パネル1001の表示画像は、顔料粒子である電気泳動粒子3によって表示されるので、表示画面が光ることがない。したがって、電子書籍1000は印刷物と同様の表示が可能であり、これを長時間読んでも目の疲労が少ないといった利点がある。

【0139】<3-5-2：パーソナルコンピュータ>次に、電気泳動表示パネルA、B、Cを、モバイル型のパーソナルコンピュータに適用した例について説明する。図30は、このパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。図において、コンピュータ1200は、キーボード1202を備えた本体部1204と、電気泳動表示パネル1206とから構成されている。この電気泳動表示パネル1206の表示画像は、顔料粒子である電気泳動粒子3によって表示されるので、透過型・半透過型の液晶表示装置で必要とされるバックライトが不要である。このため、コンピュータ1200を小型軽量化することができ、しかも、その消費電力を大幅に削減することが可能である。

【0140】<3-5-3：携帯電話>さらに、電気泳動表示パネルA、B、Cを、携帯電話に適用した例について説明する。図31は、この携帯電話の構成を示す斜視図である。図において、携帯電話1300は、複数の操作ボタン1302のほか、受話口1304、送話口1306とともに、電気泳動表示パネル1308を備えるものである。

【0141】液晶表示装置にあっては偏光板が必要であり、これにより表示画面が暗くなっていたが、電気泳動表示パネル1308は偏光板が不要である。このため、携帯電話1300は明るくて見やすい画面を表示することができる。

【0142】なお、電子機器としては、図29～図31を参照して説明した他にも、テレビジョンモニタや、屋

外の広告板、道路標識、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等などが挙げられる。そして、これらの各種電子機器に対して、各実施形態の電気泳動表示パネル、さらにはこれを備えた電気光学装置が適用可能なのは言うまでもない。

【0143】

【発明の効果】以上説明したように本発明よれば、電気泳動表示パネルを容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る電気泳動表示パネルの機械的な構成を示す分解斜視図である。

【図2】 同パネルの部分断面図である。

【図3】 同パネルを用いた電気泳動表示装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図4】 同パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図5】 同製造方法の第1工程を詳細なプロセスを説明するための説明図である。

【図6】 同製造方法の第3工程に使用する分散系充填装置の概観を示す斜視図である。

【図7】 同分散系充填装置を拡大した斜視図である。

【図8】 同分散系充填装置に用いるインクジェットヘッドの構成例を示す図である。

【図9】 同分散系充填装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図10】 同分散系充填装置の動作例を示すフローチャートである。

【図11】 同分散系充填装置を用いた分散系の充填動作を示す説明図である。

【図12】 インクジェットユニットを用いて隔壁を形成する工程を示す説明図である。

【図13】 隔壁の一部に導電性を持たせる処理を説明するための説明図である。

【図14】 隔壁の一部に導電性を持たせた電気泳動表示パネルの断面図である。

【図15】 封止材に導電性を持たせた電気泳動表示パネルの断面図である。

【図16】 本発明の第2実施形態に係る電気泳動表示パネルの断面図である。

【図17】 同パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図18】 同製造方法の第1工程の詳細を説明するための図である。

【図19】 共通電極を内蔵する隔壁の製造工程を説明するための図である。

【図20】 隔壁の表面に導電性を持たせた電気泳動表示パネルの断面図である。

【図21】 パッシブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルの分解斜視図である。

【図22】 縦長の分割セルを短冊状に有する隔壁を用いたアクティブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルの分解斜視図である。

【図23】 縦長の分割セルを短冊状に有する隔壁を用いたパッシブマトリックスタイプの電気泳動表示パネルの分解斜視図である。

【図24】 隔壁と画素との関係の一例を示す図である。

【図25】 隔壁と画素との関係の他の例を示す図である。

【図26】 隔壁の第1封止方法を説明するための図である。

【図27】 第2封止方法に用いる小孔シートの平面図である。

【図28】 第2封止方法による封止工程を説明するための説明図である。

【図29】 電子機器の一例たる電子書籍の概観斜視図である。

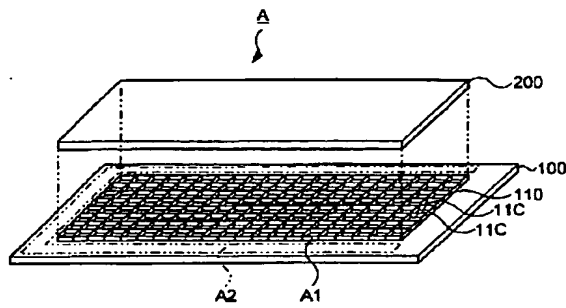
【図30】 電子機器の一例たるパーソナルコンピュータの概観斜視図である。

【図31】 電子機器の一例たる携帯電話の概観斜視図である。

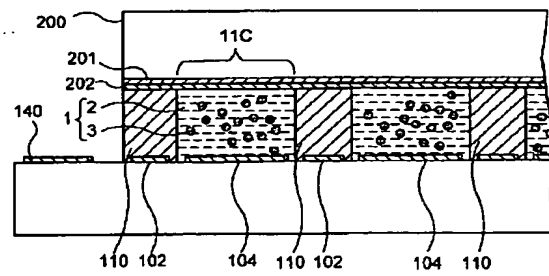
【符号の説明】

- 1……分散系
- 2……分散媒
- 3……電気泳動粒子
- A、B、C……電気泳動表示パネル
- 110、110B、1101……隔壁
- 11C、11C1……分割セル
- 202、202a……封止材
- 101……走査線
- 102……データ線
- 103……TFT（スイッチング素子）
- 201……共通電極
- 410……行電極
- 510……列電極
- 75……インク滴（液滴）
- 300……スタンパ
- 300C……隔壁材料

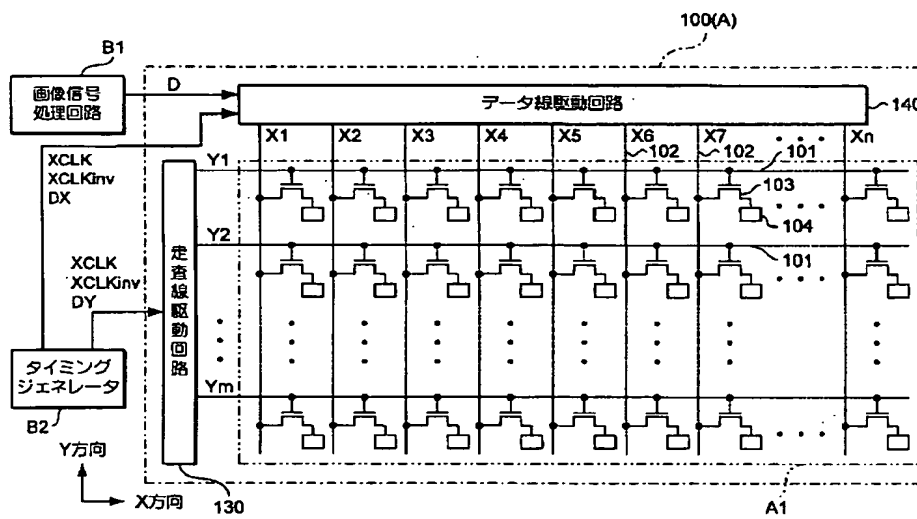
【図1】



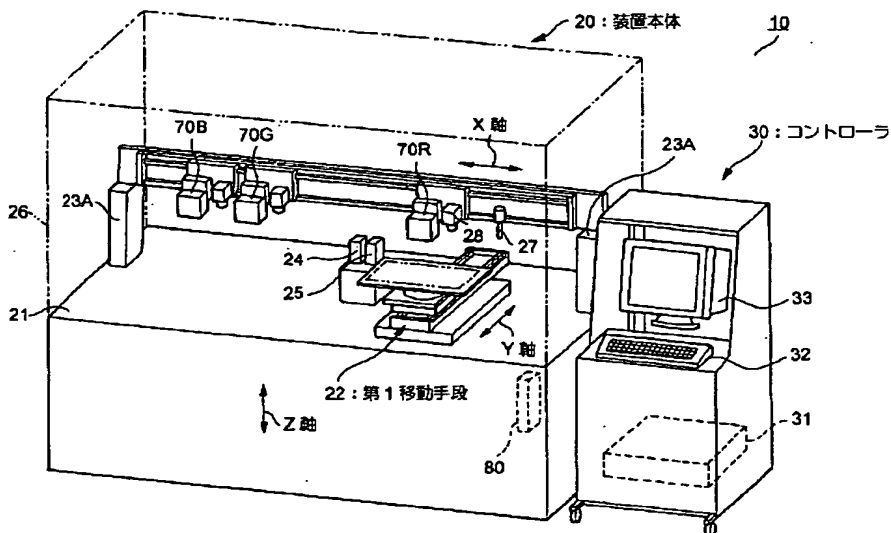
【図2】



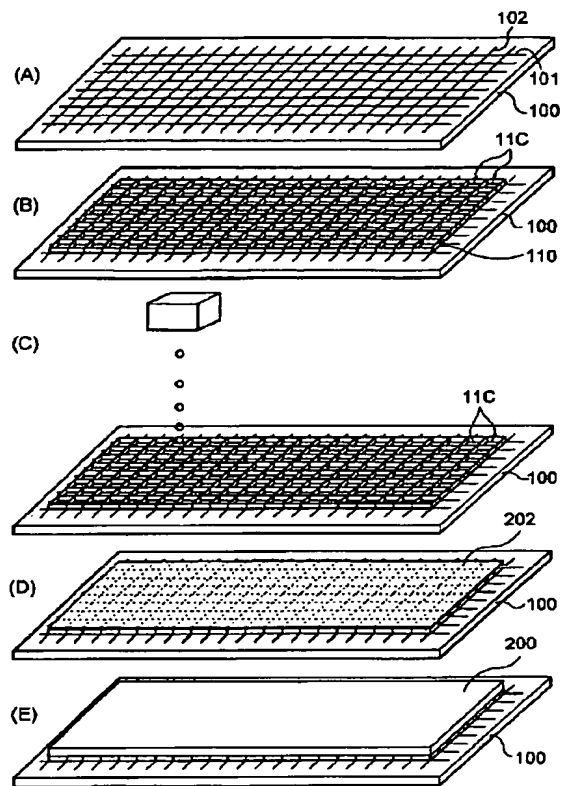
【図3】



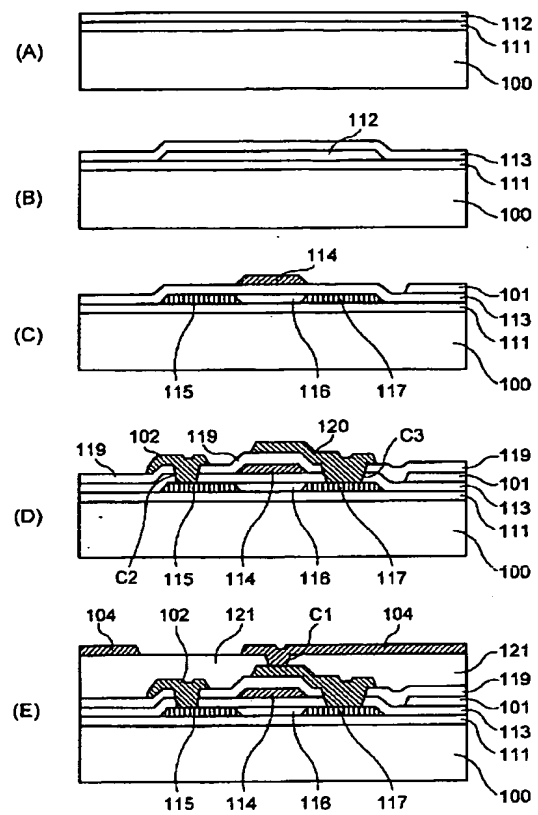
【図6】



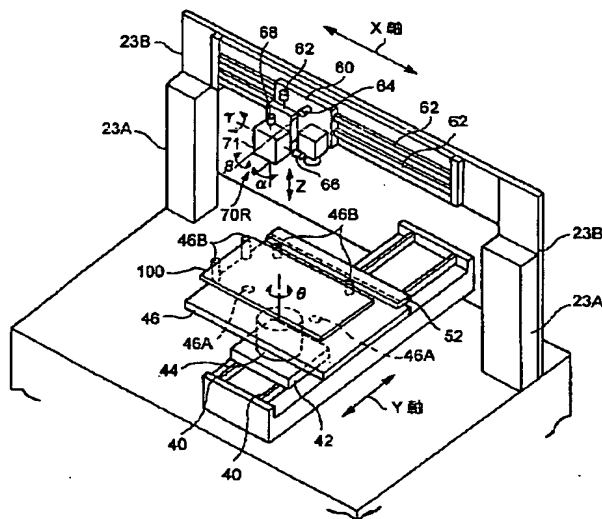
【図4】



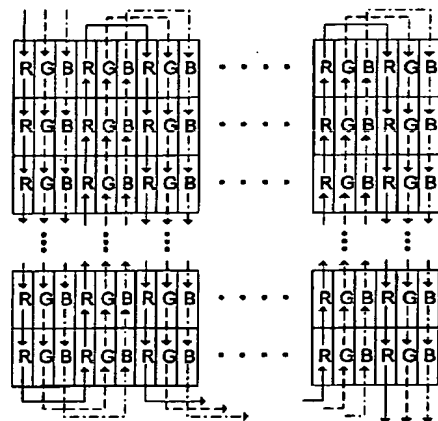
【図5】



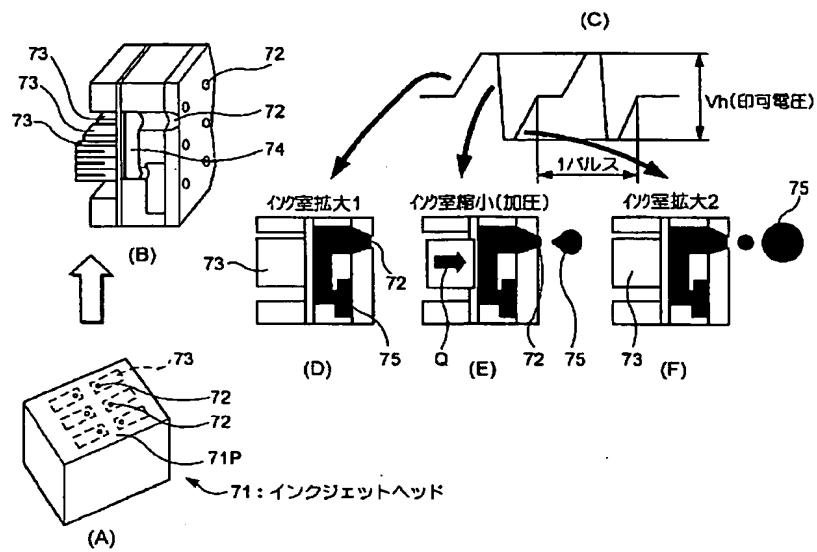
【図7】



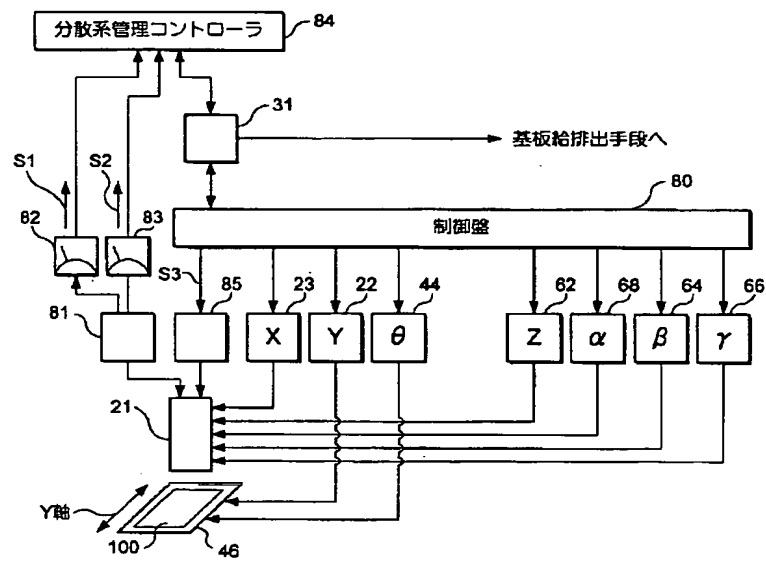
【例 11】



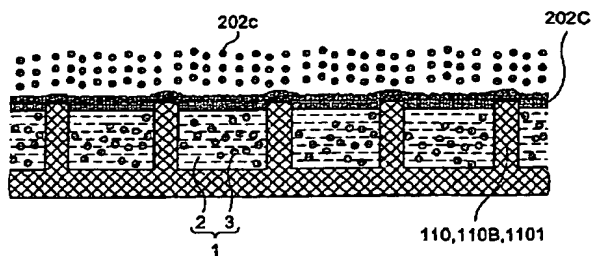
【図8】



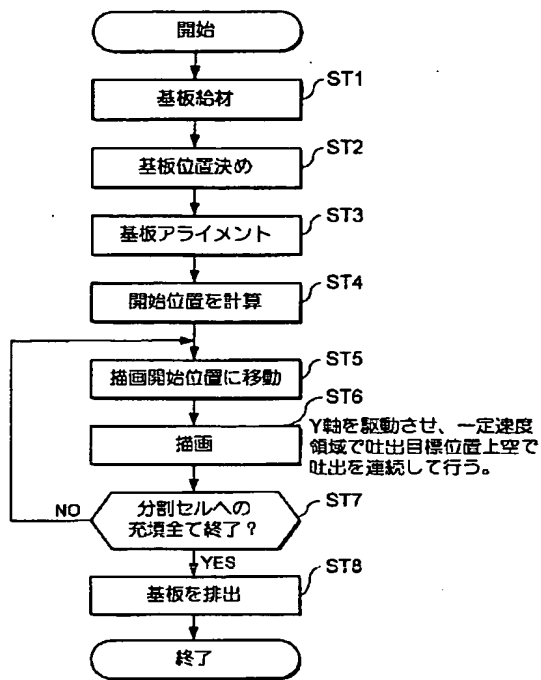
【図9】



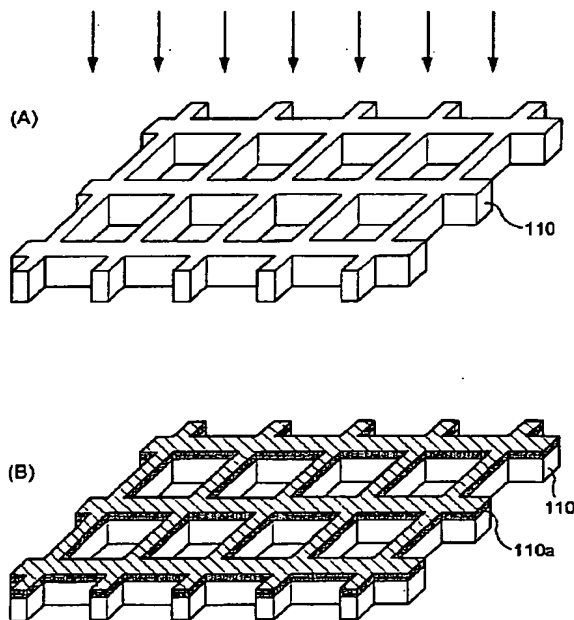
【図26】



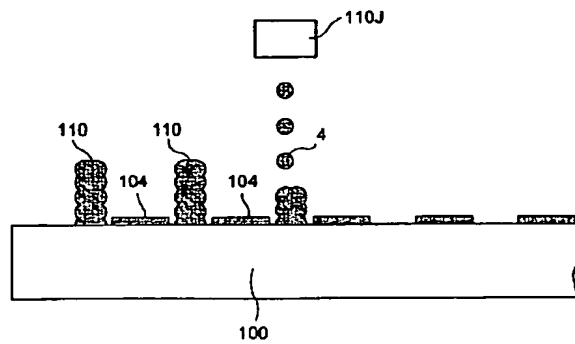
【図10】



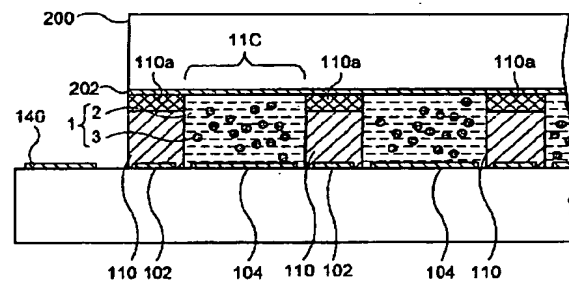
【図13】



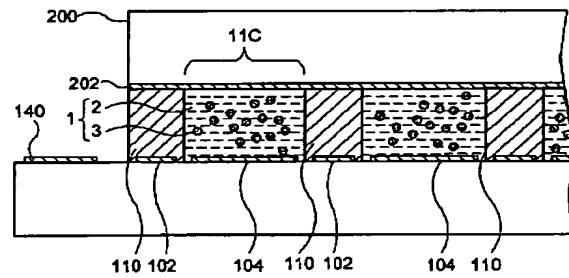
【図12】



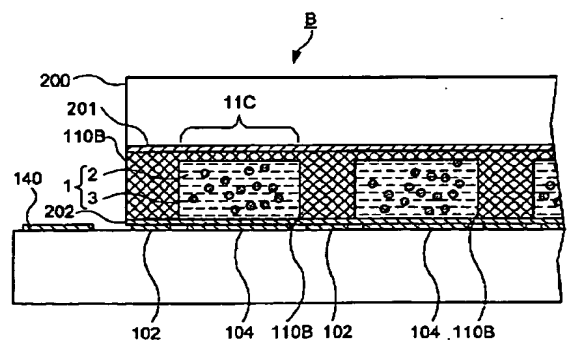
【図14】



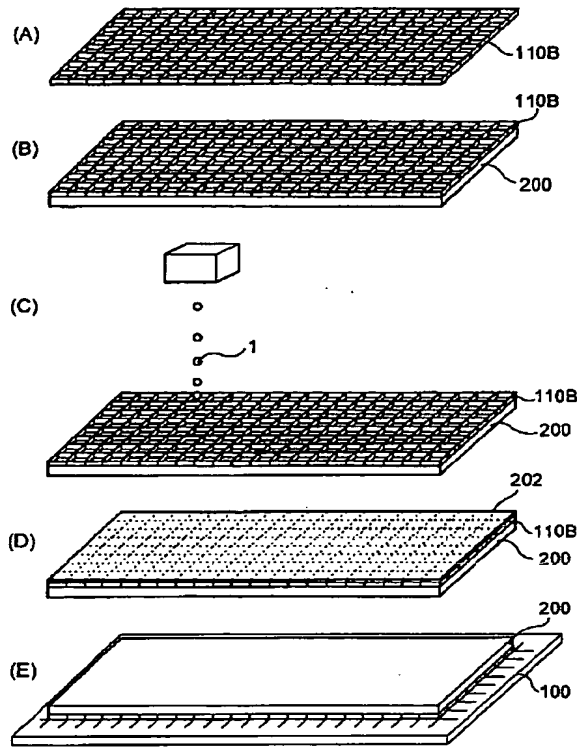
【図15】



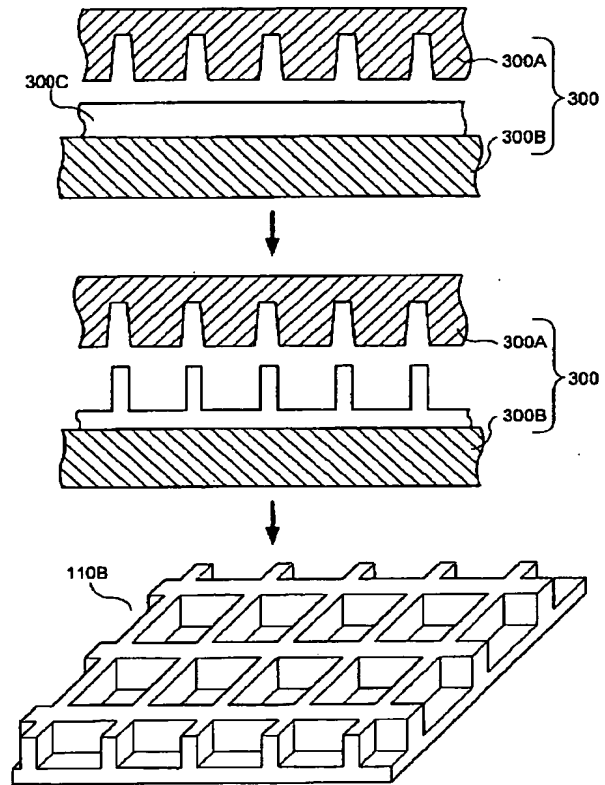
【図16】



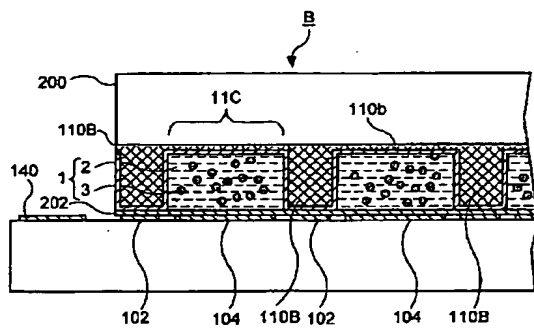
【図17】



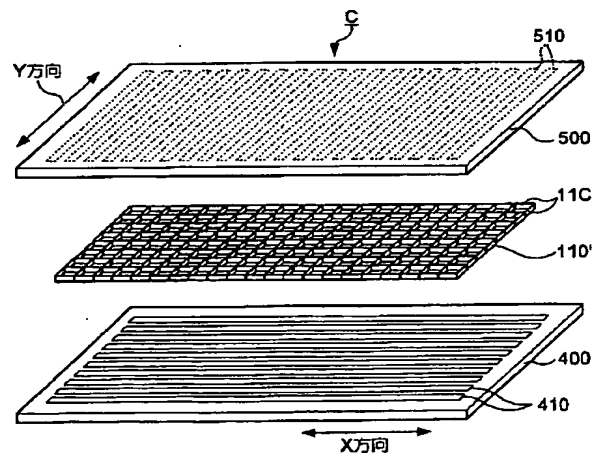
【図18】



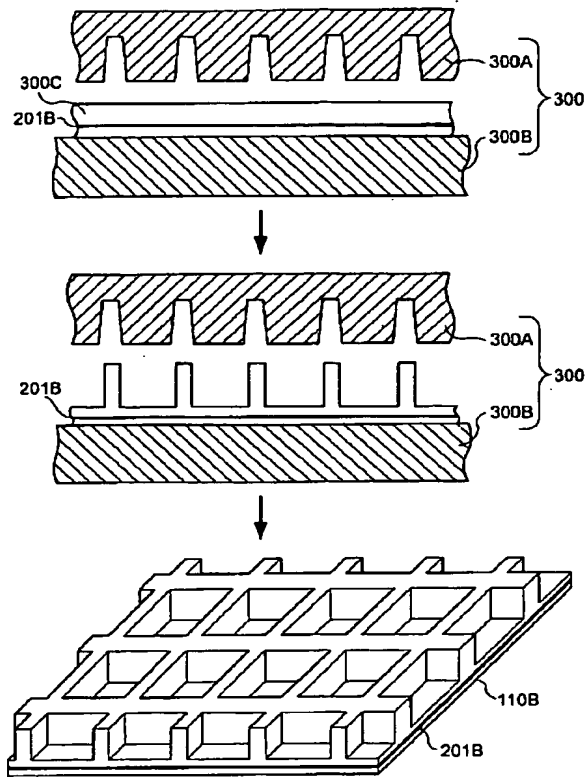
【図20】



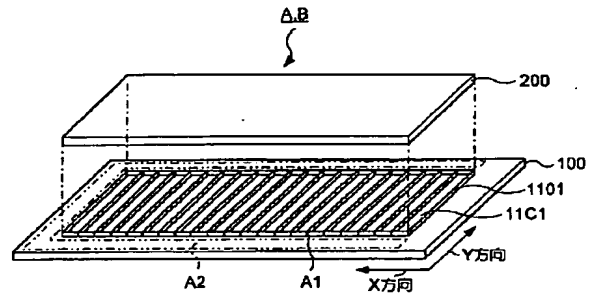
【図21】



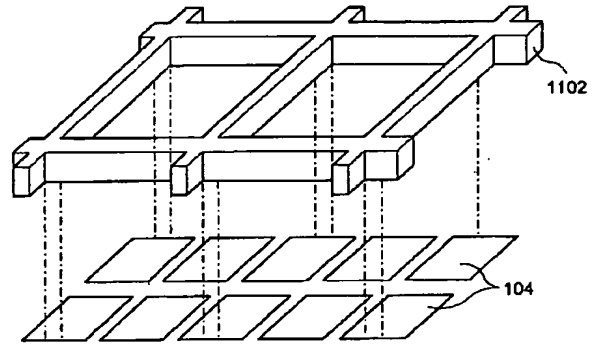
【図19】



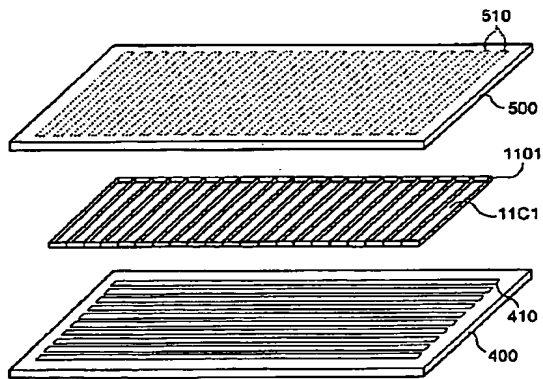
【図22】



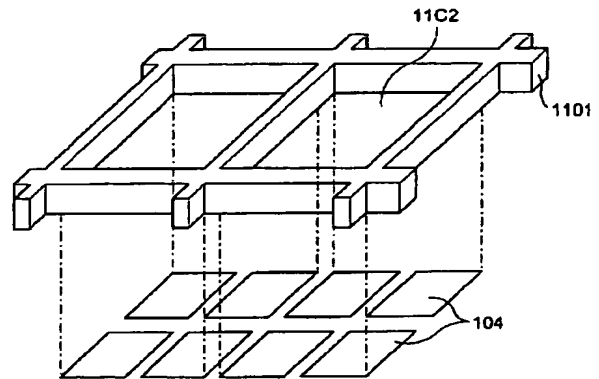
【図25】



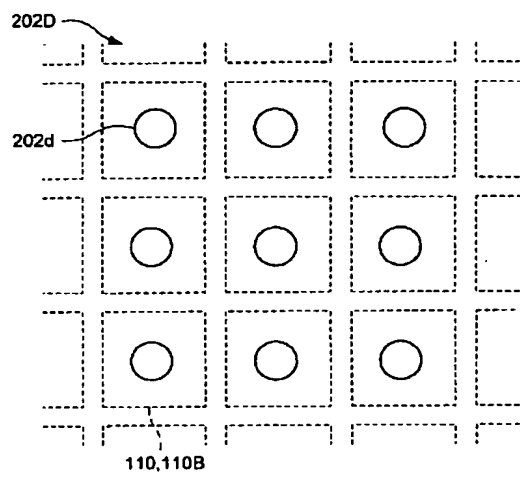
【図23】



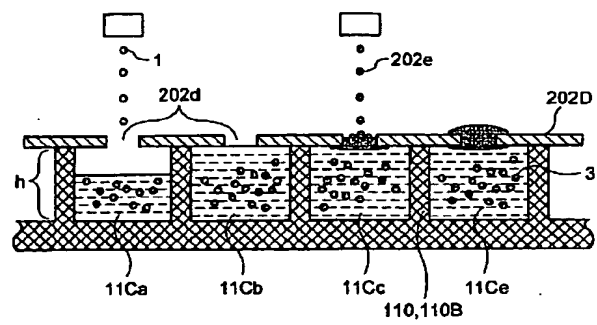
【図24】



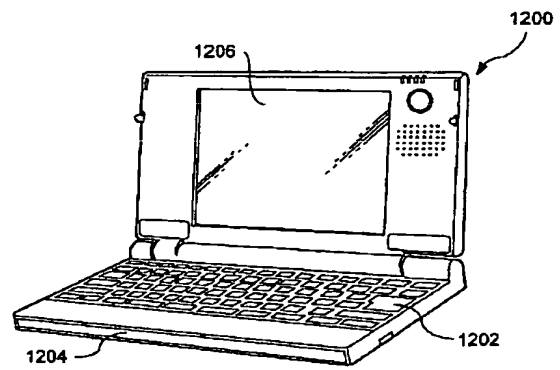
【図27】



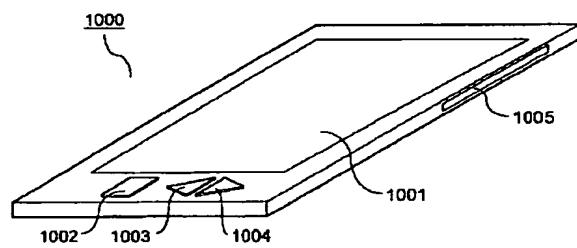
【図28】



【図30】



【図29】



【図31】

